

# Los problemas mecánicos y biológicos del enclavijamiento medular de Küntscher

L. Sierra Cano<sup>a</sup> y E. Rodríguez Valdés<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Jefe del Servicio y <sup>b</sup>Médico Interno del Servicio de Huesos y Articulaciones

Publicado en *Cirugía del Aparato Locomotor*, vol. II, fasc. 3.º, págs. 193-229, 1945.

## BOSQUEJO HISTÓRICO

El enclavijamiento central de los huesos largos podemos colocarlo entre las primeras tentativas de la osteosíntesis. Es al final del siglo pasado cuando Ch. Heine practica por primera vez el enclavijamiento de una fractura de cúbito, utilizando una clavija de marfil. Más tarde Wolkman efectúa enclavijamientos en fracturas de huesos largos, utilizando clavijas autoplásticas.

El enclavijamiento central es realizado en esta época con diversos materiales por Bircher, D'Aaraau, Schuller, Cluck, Munk.

En 1901, después de los ensayos de osteosíntesis metálica, practicados con éxito por Jacoel y Dujarier, el enclavijamiento orgánico pierde gradualmente terreno. Por otra parte, los estudios realizados en la médula ósea por Bier contribuyen a condenar el método, aunque éste sigue siendo practicado con algunos cirujanos, tales como Codivilla, en Italia; Hoffman y Frangenheim, en Alemania.

El Congreso francés de Cirugía de 1911 señala el triunfo de la osteosíntesis metálica. El enclavijamiento intramedular orgánico es apenas defendido por algunos cirujanos (Koch-Princeteau).

En 1912 Hey Growes ensaya el enclavijamiento central, utilizando clavijas de magnesio, aluminio y acero.

Con el enclavijamiento central de los huesos largos, utilizando clavijas de diferentes substancias, se obtienen algunos éxitos durante la guerra europea de 1914 a 1918, lo cual contribuye a acreditar el nuevo método.

Más tarde, Schöne preconiza la introducción de un tallo metálico en la cavidad medular, por un punto alejado del foco de fractura, pero realiza la intervención poniendo al descubierto el foco de fractura. Dicho autor utiliza clavijas metálicas, de plata químicamente pura, convenientemente endurecida, pero algo flexible. El enclavijamiento central con diversos materiales fue usado posteriormente por varios cirujanos: Maclaure, Hoghund, Deniker, Juvara, Leveuf, Giroto, Mathieu, etc.

Los grandes éxitos logrados en el tratamiento de las fracturas de cuello de fémur, utilizando el clavo de Smith-Petersen-Johansson, contribuye a acrecentar de nuevo la os-

teosíntesis metálica que en los últimos tiempos estaba abandonada por casi todos los cirujanos.

Con el clavo trilaminar de Johansson se demuestra que el organismo humano es capaz de tolerar cuerpos extraños de gran tamaño, siempre que el material sea adecuado. Con dicho método se crea la posibilidad de una osteosíntesis, sin poner al descubierto el foco de fractura, eliminando con ello uno de los mayores peligros del tratamiento operatorio de las fracturas.

Muller-Mernach, en 1933, tratan 16 fracturas diafisarias con enclavijamiento medular metálico, utilizando clavijas construidas con acero inoxidable Krupp, siendo éstas de sección cruciforme con aletas.

El procedimiento de Muller no representaba ninguna ventaja, pues era preciso abrir un foco de fractura, y más tarde realizar una nueva intervención para eliminar el clavo.

En 1940 Küntscher da a conocer su método de enclavijamiento medular de los huesos largos, utilizando un tallo de acero inoxidable de sección en V, introducido por un punto alejado del foco de fractura. Küntscher, tras numerosas experiencias en animales, comprueba que la formación de callo no es alterada, y que el organismo tolera perfectamente un cuerpo extraño de tal magnitud, alojado en la cavidad medular de un hueso largo, aunque tenga por lo menos una longitud tres veces mayor que la del clavo Johansson.

Küntscher, inspirándose en los éxitos del procedimiento de Smith-Petersen, perfecciona los métodos anteriores de enclavijamiento central, creando una técnica que representa una enorme ventaja para el tratamiento de las fracturas diafisarias, ya que con ella se logra una inmovilización tan perfecta del foco de fractura, que se puede prescindir, en la mayoría de los casos, del vendaje de escayola, o de otros medios de inmovilización, que comprometen en mayor o menor grado la función muscular y articular.

Cuando el procedimiento de Küntscher fue presentado por primera vez en el Congreso de Cirugía de Berlín, hubo opiniones muy importantes que se mostraron en contra de este método (Nordmann y Koenig). Después de las comunicaciones orales y las demostraciones prácticas realizadas por Küntscher, parece ser que aumenta cada vez más el nú-

mero de adeptos al procedimiento de Küntscher. Böhler es uno de los más decididos partidarios del enclavijamiento intramedular de los huesos largos. Dicho autor se encuentra entusiasmado con el método y afirma que el «enclavijamiento medular es un método que pertenece al futuro».

Parece ser que a medida que transcurre el tiempo durante el cual se han efectuado numerosos enclavijamientos, en casi todas las clínicas alemanas se van delimitando las indicaciones y el procedimiento de Küntscher va ganando partidarios.

En España han sido comunicados algunos resultados de enclavijamientos medulares por Martín Lagos y García Portela.

## LAS VENTAJAS DEL ENCLAVIJAMIENTO MEDULAR

Con el procedimiento de Küntscher se cumplen exactamente los tres postulados señalados por Böhler para el tratamiento de las fracturas:

a) En toda fractura los fragmentos dislocados deben ser exactamente reducidos. b) Los fragmentos reducidos deben ser inmovilizados ininterrumpidamente, en buena posición, hasta su consolidación ósea. c) Durante la indispensable inmovilización de los fragmentos, es preciso movilizar activamente el mayor número posible de articulaciones y de músculos.

Küntscher da a sus tallos de acero una sección en V, con lo cual no sólo logra el evitar lesiones graves en la médula y en el endostio, sino que también, por la elasticidad del acero, hace posible el cierre mayor o menor de las ramas, en las porciones estrechadas del conducto medular, adaptándose a sus paredes, y logrando con ello una perfecta inmovilización.

La forma anatómica de la cavidad medular de los huesos largos hace que no todos los tipos de fractura sean igualmente adecuados para los enclavijamientos. El calibre de la cavidad medular de los huesos largos no es uniforme; por lo general, presentan un estrechamiento en su porción media, ensanchándose hacia los extremos. Por este motivo son más aptas para el enclavijamiento las fracturas que radican a nivel del tercio medio de la diáfisis.

Esta desigualdad de calibre es más acentuada en el húmero y en la tibia, especialmente en esta última, cuya cavidad medular se ensancha considerablemente hacia arriba y hacia abajo. En las fracturas que radican en el tercio inferior de la tibia, con la introducción de un tallo de Küntscher no se logra una inmovilización perfecta de los fragmentos, pues el ensanchamiento inferior hace posible los movimientos de rotación de los mismos.

Esto nos ha sucedido con uno de nuestros primeros enclavijados de tibia. Establecimos la indicación al radicar la fractura en el tercio medio de la diáfisis. El enclavijamiento fue logrado con éxito (fig. 1), pero al explorar al enfermo en los días siguientes observamos que eran posibles los movi-

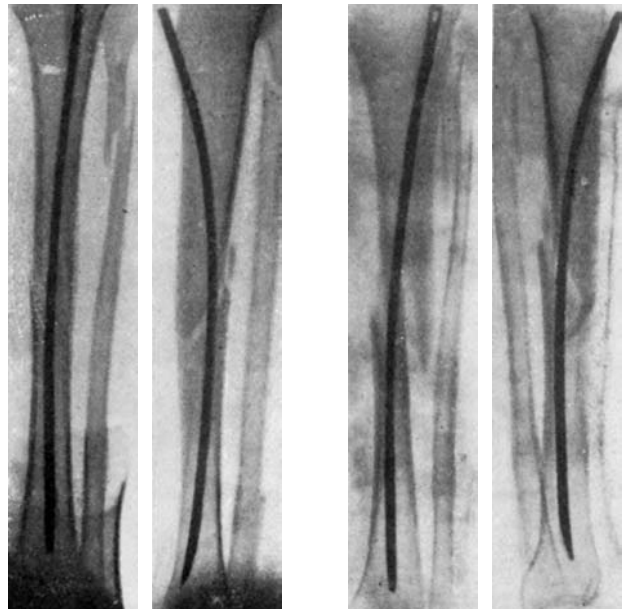


Figura 1.

Figura 2.

mientos de rotación, lo cual nos obligó a colocarle un yeso accesorio por debajo de la rodilla (fig. 2). La consolidación de la fractura se logra a los tres meses (fig. 3).

En otro caso operado por nosotros, a pesar de tratarse de una fractura transversa de tercio medio de tibia, en un control radiológico efectuado en los días siguientes (fig. 4), se mostró un ligero *antecurvatum*. Estos casos nos demuestran que en las fracturas de tibia, aun en las que radican en la porción media de la diáfisis, la inmovilización no es perfecta. Esto nos indujo a colocar en este segundo caso un

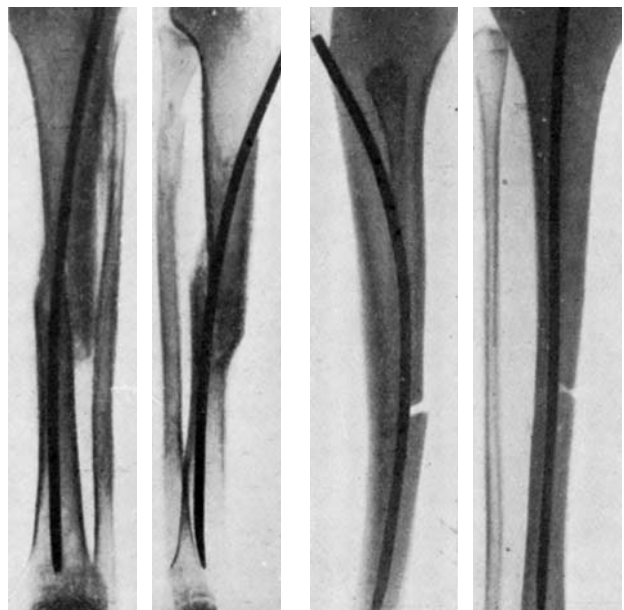


Figura 3.

Figura 4.



Figura 5.

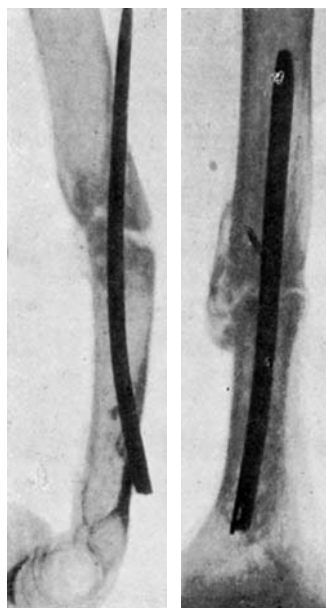


Figura 6.

aparato de Delbet, con lo cual se impidieron nuevas dislocaciones, lográndose a los cuatro meses (fig. 5) una perfecta curación de la fractura, que permitió en este plazo la extracción del clavo con una total recuperación funcional. Preferimos este procedimiento, por nosotros empleado, al que aconseja Küntscher, de colocar dos clavos, por tener algunos peligros, como veremos más adelante.

En el fémur, que es el hueso ideal para el enclavijamiento, estos inconvenientes casi no existen. En las fracturas del tercio superior, la esponjosa del trocánter sujeta por arriba el tallo de acero, que es también fijado fuertemente en el fragmento distal, por el canal medular uniformemente estrechado.

En nuestros fracturados de fémur no hemos tenido que recurrir a ningún vendaje de yeso complementario, y en ningún caso hemos observado una mínima desviación secundaria.

En el húmero, nuestra experiencia es limitada. Hemos enclavijado un caso de pseudoartrosis, en la unión de tercio medio con el inferior, en un enfermo afecto de parálisis radial. En el acto operatorio se le practica al mismo tiempo una neurólisis del nervio, que se hallaba fuertemente englobado por el calo de fractura. La introducción del clavo se efectuó en la cara posterior de la región supracondílea, logrando felizmente la introducción del mismo. Un control radiológico efectuado días más tarde demostró que el clavo había perforado la cortical del fragmento proximal a varios centímetros por encima del foco de fractura. Este hecho, lejos de representar un contratiempo, ayudó, a nuestro juicio, a efectuar una inmovilización más perfecta del foco de fractura, logrando a los cuatro meses una curación completa de la pseudoartrosis (fig. 6).

Para obviar los inconvenientes de las diferencias de calibre, en las diáfisis de los huesos largos, se han ideado algunas modificaciones del tallo de Küntscher, propuestas principalmente por Maatz.

Para el enclavijamiento de la fractura del tercio superior de húmero utiliza este autor un doble clavo introducido por las tuberosidades, colocando entre los extremos superiores de los clavos una cuña interpuesta que, al separarlos, aumenta la superficie de contacto de los clavos con el hueso.

También se ha propuesto la introducción, en la tibia, de dos clavos de diferente calibre, pero que en su punta divergen, con lo cual se evitan los movimientos de rotación del fragmento inferior. Maatz ha perfeccionado la idea, construyendo un clavo en forma de S que se hace girar 180 grados una vez introducido. Sobre él se introduce otro nuevo clavo, cuya punta se apoya contra la pared anterior del canal medular.

Nosotros hemos intentado introducir dos clavos en una tibia; este método ofrece ciertas dificultades y existe el peligro de provocar en el lugar de la introducción un estallido de la cortical, por lo cual nosotros hemos desistido de este proceder, como hemos indicado anteriormente.

Para las fracturas subtrocantéreas, Maatz crea una modificación del clavo de Küntscher, ensanchando la extremidad superior del mismo, con objeto de que sea mayor la superficie del contacto del clavo con la esponjosa del hueso.

Cuando el enclavijamiento a lo Küntscher está perfectamente indicado, podemos prescindir en absoluto de todo medio de inmovilización complementaria, con lo cual evitaremos las ulteriores complicaciones.

Las fracturas de la diáfisis femoral tratadas por procedimientos corrientes tardaban en consolidar diez o doce semanas. Los individuos jóvenes solían recobrar la fuerza y la

movilidad a las cuatro o cinco semanas, aunque persistía durante más tiempo la limitación en la movilidad de la rodilla. En los sujetos de más edad, transcurrían por lo general varios meses antes de que tuviera lugar la consolidación de la fractura, estando este plazo en relación directa con la edad; además, la recuperación funcional no llegaba a ser completa en muchos casos.

En los casos de fracturas recientes, enclavijadas de fémur, de la estadística de Stör, en la mayoría de ellos fue posible el levantar a los lesionados de la cama, en la segunda o tercera semana siguiente a la operación. Se daba el alta hospitalaria a los cincuenta días, como promedio, y el trabajo lo reanudaban a los ciento cincuenta días (a pesar de tratarse de obreros con trabajos pesados en fábricas, a los que se suele dejar un mayor tiempo de descanso).

Stör también es partidario de la extracción del clavo inmediatamente después de consolidada la fractura, contrariamente a la opinión de otros autores que dejan el clavo durante seis o siete meses.

Nosotros hemos practicado siete enclavijamientos de diáfisis femoral: seis, por fracturas recientes, y uno, por fractura patológica, tres de los cuales siguen todavía en tratamiento.

El primero se trataba de un labrador de sesenta y cinco años, que sufre un accidente el 22 de julio de 1944, produciéndose una fractura transversa de tercio medio de muslo y de maléolos; esta última sin desviación. El 24 de julio de 1944 se le coloca una extensión continua, con la cual no se logra la reducción. Quince días más tarde nos decidimos por el enclavijamiento, que es practicado sin dificultad (fig. 7). A las dos semanas se levanta de la cama y anda apoyado en un bastón. El control radiológico efectuado un mes más tarde (fig. 8) nos demuestra una buena posición de los frag-

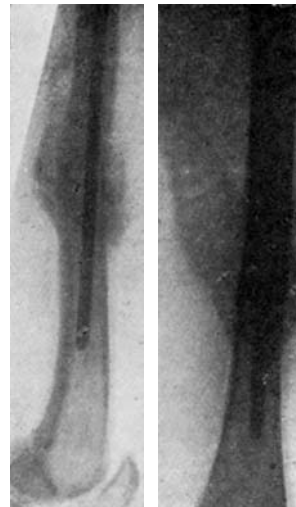


Figura 9.

mentos que ha sido favorecida por la carga del miembro. A los tres meses el control radiográfico (fig. 9) demuestra una buena consolidación de la fractura, con un callo voluminoso, que nosotros atribuimos a la irritación del periostio por los fragmentos fracturarios durante los días transcurridos antes de practicar el enclavijamiento. La movilidad de cadera y de rodilla eran normales. No existe atrofia muscular. Vemos, pues, que en un enfermo de más de sesenta y cinco años, en poco más de tres meses, se logra una restitución anatómica y funcional completa.

En el segundo caso se trata de una niña de doce años, con una fractura de tercio superior de fémur, cuya reducción no se logra con la extensión continua (fig. 16). A los seis días de enclavijada se produce un flemón en el lugar de

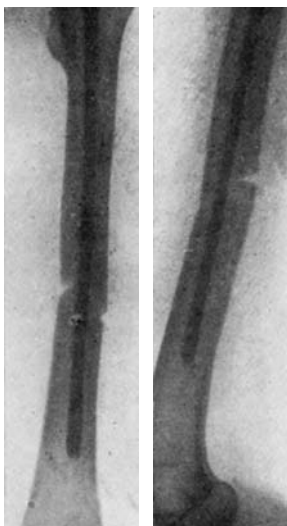


Figura 7.



Figura 8.



Figura 15.

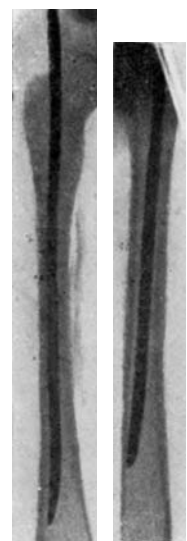


Figura 16.





Figura 17.



Figura 18.

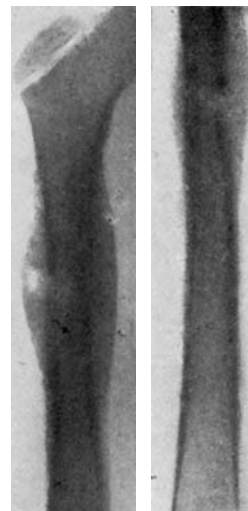


Figura 19.

penetración del clavo, que evoluciona favorablemente en unos quince días. Los controles radiológicos (figs. 17 y 18) demuestran una evolución favorable en la curación de la fractura. La curación completa se logra a los tres meses (fig. 19), fecha en que es retirado el clavo.

En todos nuestros casos se procedía al levantamiento del enfermo en la segunda o tercera semana de la operación.

## LOS PROBLEMAS BIOLÓGICOS DEL ENCLAVIJAMIENTO MEDULAR

*Acción del clavo.* Uno de los primeros problemas que se plantea en el enclavijamiento medular de Küntscher es el hecho de la tolerancia al organismo frente a un cuerpo extraño, de gran tamaño, alojado en la cavidad medular de los huesos largos, así como la influencia que el acero pueda tener en la formación del callo.

Con anterioridad al método de Küntscher se había entablado la discusión, entre diversos autores, sobre si la naturaleza del metal tenía una importancia decisiva para su tolerancia por el organismo. Algunos cirujanos de gran prestigio, como Lambotte, Verbrugge, y entre nosotros, Bastos, estiman que la naturaleza del metal de las prótesis es un hecho de importancia secundaria. Por el contrario, Ménégau, Odiet, Franz, Galfré, Masmonteil, Berti, Riboli, etc., atribuyen una importancia decisiva al material utilizado en las osteosíntesis.

Según Ménégau, los trastornos ocasionados por el material empleado en las osteosíntesis son los únicos responsables del descrédito que este proceder ha sufrido en los últimos años. Para que la osteosíntesis vuelva a ocupar el lugar que le corresponde en el tratamiento de las fracturas, es preciso que el material protésico utilizado sea perfectamente pasivo frente al tejido óseo. Cuando el material no es ade-

cuado se producen zonas de corrosión en el metal, que van acompañadas de reacciones anatomopatológicas por parte del tejido óseo: osteítis neurálgicas, osteítis hiperestósantes, o pseudoquisticas, formación de abscesos con pus aséptico, callos voluminosos, etc.

En vista de estos hechos, en los últimos tiempos se han realizado una serie de investigaciones, principalmente por parte de los autores franceses, con el fin de averiguar el grado de toxicidad de los diferentes metales o aleaciones frente a los tejidos vivos. Ménégau, Berni, Magnant, partiendo de un punto puramente biológico, utilizan un *test* de extraordinaria sensibilidad: el cultivo de fibroblastos y de células óseas, en presencia de diversos metales y aleaciones.

La fragilidad de tales cultivos es muy grande. La menor infección los destruye completamente, y la mínima influencia nociva se traduce por una interrupción en el desarrollo de las células. Con este *test* biológico, Ménégau y sus colaboradores han establecido una escala de toxicidad frente a los tejidos vivos, de los diversos metales y aleaciones, clasificándolos en tres grupos:

1.º Muy tóxicos: el cobre, hierro, magnesio, bronce, aluminio y el acero dulce.

2.º Medianamente tóxicos: el cinc, la plata, tántalo, estaño, níquel, las aleaciones de aluminio, y diversos aceros inoxidable, caracterizados por su fuerte contenido en níquel, como, por ejemplo, el R. N. C. o bien aceros cromados sin níquel, como las variedades de «Cromimphy» o el ARC 1294.

3.º Metales no tóxicos: el oro, el plomo y diversas aleaciones, como el acero V2A, el Platino-Stainless y el Nicral D.

Vemos, pues, que las mejores condiciones frente a los *test* biológicos han sido obtenidas con los aceros ternarios inoxidable, especialmente los llamados austeníticos.

Stör efectúa un estudio de las diferentes clases de aleaciones que se pueden emplear en la fabricación de los cla-

vos de Küntscher, atendiendo a su resistencia de corrosión dentro del organismo humano.

Los más resistentes a la corrosión son los aceros austeníticos, níquel-cromados. El primer modelo fue presentado por la firma Krupp con el nombre de acero V2A. Contiene el 18 por 100 de cromo y el 8 por 100 de níquel. Este tipo de acero se caracteriza por su inalterabilidad frente al tratamiento por el calor, siendo muy influenciado por el frío. Posee gran poder de dilatación y alta resistencia contra el choque. Este tipo de acero, a pesar de sus ventajas, tampoco puede permanecer largo tiempo dentro del organismo humano, pues en este caso se pueden mostrar en él zonas de corrosión, como ha encontrado Stör en los clavos de Sprengell.

Las zonas de corrosión de este acero son siempre menores que las de otros tipos de acero inoxidable. Además hay que tener en cuenta otros factores, de los que hablaremos más tarde (condiciones individuales, estado del paciente, etc.). Por este motivo, en los clavos que han de permanecer largo tiempo dentro del cuerpo humano se precisa el empleo de aceros aún más inalterables que el V2A, con mayor contenido en molibdeno y nitrógeno, aunque para la práctica corriente sea muy adecuado el acero V2A.

Otro tipo de acero inoxidable son las llamadas mezclas ferríticas, cromadas y libres de níquel o con escaso contenido en el mismo. Contienen de un 13 a un 18 por 100 de cromo y bajo contenido en carbón. Son producidos por la firma Krupp, con los nombres de V13F y V15F. A su menor cuantía en níquel corresponde su mayor facilidad de corrosión, más que las mezclas 18-8-cromoníquel.

El conocimiento de estos diversos tipos de aleaciones tiene una gran importancia, pues la palabra inoxidable ha conducido a numerosas equivocaciones al creer que estos tipos de acero, por ser «inoxidables», son siempre inalterables. La palabra «inoxidable» significa una denominación extensiva a un grupo de aceros dotados de diferentes fuerzas frente a ciertas influencias. Un acero inoxidable puede ser excelente para construir un instrumento de trabajo, pero corroerse necesariamente cuando se introduce en el cuerpo humano.

Masmonteil determinó el potencial electromotriz del hueso, que estima en 200 milivoltios. Según este autor, los metales o aleaciones que tengan un potencial superior al del hueso, los considera nocivos, siendo, por el contrario, adecuados para la confección de las prótesis los que tengan un potencial electromotriz igual o inferior al del hueso. Dicho autor explica los fenómenos de intolerancia por una acción directa de las corrientes eléctricas producidas sobre los osteoblastos; es decir: da al fenómeno de intolerancia una explicación puramente física.

Ménégaux es más partidario de una acción fisicoquímica o electrolítica; es decir: que los fenómenos de intolerancia serían provocados por la acción citotóxica de los iones metálicos liberados sobre los osteoblastos.

No cabe duda de que estos hechos pueden ser uno de los factores, pero no son, ni mucho menos, los únicos, y con ellos no se puede explicar por completo la intolerancia de las prótesis metálicas de potencial adecuado, pues las variaciones en la composición fisicoquímica de los tejidos orgánicos pueden hacer variar por completo las condiciones eléctricas de una aleación, aunque ésta esté constituida por un material de potencial electromotriz teóricamente inferior al hueso.

Como dice Maatz, por parte del individuo y del clavo hay que tener en cuenta varios factores: la fuerza de ataque de los líquidos tisulares, las posibilidades de reacción del hueso y del periostio, la posibilidad de liberar iones metálicos, la composición química del clavo, su estructura y su superficie.

Todos los autores que se dedican al estudio de la tolerancia de los aceros en el cuerpo humano conceden una gran importancia a la constitución física de los mismos.

Los aceros inoxidables son en realidad una solución sólida de los componentes de los mismos en el hierro, metal base, poseyendo una estructura cristalina y homogénea. En algunos casos, por deficiencia en el tratamiento térmico, principalmente, se rompe esta homogeneidad al precipitarse carburos complejos entre las zonas cristalinas, dando lugar a formaciones heterogéneas que suelen coincidir precisamente con las zonas de corrosión cuando ésta se presenta.

Es de gran importancia el estado de la superficie del metal, es decir, su grado de pulimento. La relación que existe entre un buen pulido y la estabilidad del metal frente a la corrosión es bien conocida por todos. Por este motivo las piezas deben ser examinadas microscópicamente antes de ser introducidas en el cuerpo humano, con objeto de que no pasen desapercibidos pequeños defectos de superficie que pueden ser causa de corrosión.

Los puntos de corrosión aparecen con mayor frecuencia en la parte interna de los clavos de fémur, precisamente donde el pulido se hace más difícil a causa del gran cierre de las ramas en V del mismo.

Nosotros utilizamos clavos de acero V2A, y hasta ahora no hemos podido observar ninguna zona de corrosión.

## **INFLUENCIA DE LOS TALLOS DE ACERO EN LA FORMACIÓN DEL CALLO Y EN LA ESTRUCTURA ÓSEA**

El problema de la formación del callo en las fracturas enclavijadas es preciso enfocarlo desde varios puntos de vista, a saber: mecánico, histológico y químico.

Desde el punto de vista puramente mecánico, el enclavijamiento medular representa el método ideal para el tratamiento de una fractura. Que en la curación de fracturas intervienen factores mecánicos lo pudo demostrar convincentemente Pauwels, al modificar las condiciones mecánicas de las fracturas de cuello de fémur, mediante la

resección cuneiforme subtrocanterea, haciendo que de esta forma actuaran predominantemente las fuerzas de presión y logrando con ello una consolidación de la fractura.

La ley de Roux dice que las fuerzas de presión actúan como fuerzas estimulantes en la formación del callo, mientras que las fuerzas laterales ocasionan un retraso en la construcción ósea.

El procedimiento de enclavijamiento logra una inmovilización tan perfecta, que elimina todas las fuerzas que entorpecen la formación del callo y deja actuar, en cambio, únicamente las fuerzas de presión que favorecen la formación del mismo.

Los estudios histológicos efectuados por Heinz, Griessmann, Horst, Reich, han demostrado que el callo de las fracturas enclavijadas tiene una estructura mucho más ordenada, adoptando el tejido osteoide una disposición radiada, y que los fenómenos de reconstrucción son también mucho más precoces.

Estos hechos los atribuyen estos autores a la inmovilización perfecta de la fractura enclavijada, en la cual se eliminan todas las fuerzas accesorias que alteran la estructura histológica del callo.

En las fracturas tratadas con enclavijamiento se puede demostrar, ya muy lejos del foco de fractura, una considerable neoformación ósea periosteal, que no es posible encontrar en el mismo lugar en las fracturas tratadas con escayola.

Dicha reacción periosteal ya fue observada por los autores que se habían ocupado del enclavijamiento central de las fracturas diafisarias (Chigot, Lunardi, Moreno). Según este último autor, este hecho es un fenómeno de difícil interpretación.

Para Küntscher, juegan un gran papel en la reacción perióstica los efectos de presión ejercidos por el clavo sobre el canal medular. Küntscher pudo conseguir reacciones periósticas bastante intensas, introduciendo tallos de acero en huesos no fracturados.

Maatz se muestra más reservado respecto a la acción irritativa mecánica del clavo, y opina que una formación de callo periosteal provocado por la presión contra la pared interna del canal medular del hueso sólo debemos diagnosticarla con seguridad en pocos casos, precisamente cuando se den circunstancias especialmente visibles, tales como reacciones periósticas en puntos donde se sabe que existe realmente un cierto grado de presión.

La acción mecánica del clavo sobre la cortical debe ejercer una cierta influencia sobre la estructura histológica del hueso y de la médula. Lunardi ha demostrado, en un estudio experimental con clavijas de marfil y de catgut, que en los puntos próximos a la introducción de la clavija existía una tendencia a la transformación esponjosa del hueso, y en lugares más alejados, un ensanchamiento de los canales de Havers, precisamente en la vecindad de la cavidad medular. Estos tejidos mostraban, además, una acusada carminofilia.

Este autor y Moreno encuentran siempre una transformación fibroadiposa de la médula ósea, en gran parte debida a efecto mecánico de presión.

Estos fenómenos de la rarefacción ósea deben ser atribuidos a alteraciones en la nutrición del hueso, debidos al efecto mecánico de la clavija sobre la médula ósea y sobre el círculo arterial intraóseo.

La nutrición ósea tiene lugar, como es sabido, por medio de la arteria nutricia, que, una vez dentro del canal medular, da dos ramas: una ascendente y otra descendente. Las ramas de la arteria nutricia dan, a su vez, ramas internas o medulares, y ramas externas, que penetran en la substancia ósea y se anastomosan con las ramas periósticas.

Es indudable que, partiendo de un hueso normalmente irrigado, sin que intervengan otras condiciones patológicas (trombosis, embolias), la fractura o la ablación de un trozo de médula efectuado por el clavo son insuficientes por sí solos para provocar una necrosis masiva de la cortical diafisaria.

Nosotros no hemos observado ningún fenómeno de la rarefacción ósea en los cuadros radiológicos de nuestros enclavijados.

Por lo que se refiere a los factores tisulares, el problema de las modificaciones en la formación del callo en las fracturas enclavijadas gira en torno del papel que la médula ósea pueda juzgar en la formación del callo, ya que ésta es, al fin y al cabo, el único tejido lesionado en parte por el clavo de acero.

En el estado actual de nuestros conocimientos se sabe que la formación del nuevo hueso tiene lugar por un proceso de metaplasia del tejido conectivo, en el que toman parte todos los tejidos de estirpe conjuntiva que se encuentran en contacto con el foco de fractura, y aunque en nuestro caso el tejido medular se encuentre más o menos lesionado, el resto de los tejidos conectivos ejercerán una acción supletoria en el trabajo de formación del callo, y, por otra parte, como dice Raisch, el contacto de la papilla medular expulsada por el clavo, con la hendidura fracturaria, favorece la formación del callo, como sucede con el método de Matti para el tratamiento de la pseudoartrosis.

Chigot afirma que la introducción de una clavija homoplástica o heteroplástica en la cavidad medular de un hueso no representa ningún retraso en la formación del callo. Lunardi y Moreno, en sus trabajos experimentales sobre enclavijamientos centrales, encuentran un ligero retardo en la reparación de la fractura. Küntscher atribuye estos hechos a la forma cilíndrica de la clavija, que, actuando como un émbolo, alteraría en mayor escala la médula ósea y el endostio, cosa que no sucede con sus tallos de acero en forma de V. A pesar de esto, entre los autores que han practicado el método de Küntscher hay diversas opiniones a este respecto. Heinz, Griessmann, Horts, Reich, encuentran una aceleración en la reparación de la fractura y demuestran en sus trabajos experimentales la formación de un callo medular todo lo largo del clavo. De la misma opinión se muestran Stör, Haebler, Böhler, Pascher.

Wagner estima que la formación del callo se desarrolla en la misma forma que en las fracturas tratadas por otros procedimientos. En cambio, Schneider, Raisch y Rieder-Schumann señalan un cierto retraso en la formación del callo.

Nosotros hemos encontrado en todos nuestros casos una aceleración en la formación del callo, comprobando en algunos casos, especialmente en individuos jóvenes, reacciones periósticas bastante intensas; pero en ningún caso su extensión comprendía toda la longitud del clavo.

Por lo que se refiere a la influencia química, Küntscher, en sus primeros trabajos, quiso atribuir a los clavos de acero una acción irritativa de naturaleza química, que ejercía una cierta influencia sobre la formación del callo de la fractura enclavijada.

Los trabajos más recientes de Küntscher demuestran que debemos ser más prudentes al enjuiciar esta acción irritativa del clavo de acero.

Los fenómenos de irritación química suelen tener lugar, predominantemente, en pacientes jóvenes, manifestándose, como ya hemos dicho, por una intensa reacción periostal. Cuando tiene lugar en sujetos de edad avanzada, se traduce por la presencia en el hueso de procesos destructivos, con formación de pequeñas cavidades en las proximidades de las corrosiones groseras del clavo.

Es, desde luego, un hecho incierto el que podamos esperar del clavo una ayuda de tipo químico en la reparación de la fractura, y, si en realidad supone un avance en la curación de ésta, el lograr esas reacciones periósticas totales, cuando el callo perióstico sólo es necesario en el foco de fractura.

Es sabido, desde los trabajos de Robinson, el importante papel que desempeñan las fosfatasa en la reparación de las fracturas. Por la acción de este enzima se hidrolizan los fosfatos del suero, dando lugar a un aumento en la concentración de los iones fosfóricos que se unen al calcio, condicionando la producción de fosfato cálcico secundario que tomaría parte en la formación del nuevo hueso.

Se plantea el problema de si el acero inoxidable ejerce una acción activadora o inhibidora de la fosfatasa ósea, y por esta acción poder tener un dato más de apreciación respecto a la influencia del acero en la formación del callo.

G. Blum ha probado la actividad de la fosfatasa en presencia de diversos plásticos, entre ellos el acero inoxidable, demostrando que éste no ejercía una acción inhibidora sobre la actividad fosfatásica.

Nosotros estamos realizando una serie de investigaciones en este sentido; pero en la actualidad todavía no podemos dar resultados concluyentes.

## EL CLAVO Y SU INFLUENCIA SOBRE EL HEMOGRAMA Y EL MIELOGRAMA

Una de las primeras objeciones hechas al procedimiento de Küntscher se refiere a los trastornos ocasionados por el

tallo de acero sobre las funciones hematopoyéticas y sus repercusiones sobre el cuadro hemático y medular.

Küntscher comunica que únicamente ha observado modificaciones en el cuadro hemático en los niños enclavijados, modificaciones que se traducen por un aumento de las células eosinófilas. Küntscher, en sus casos, no ha podido encontrar ninguna otra modificación en el hemograma.

Desde el punto de vista teórico, se puede suponer que no pueden ser graves los trastornos ocasionados en la hematopoyesis por la introducción del clavo.

La forma en V del clavo evita la destrucción importante de la médula ósea, aunque también hay que contar con la transformación fibroadiposa de la misma, con la consiguiente disminución de su actividad, hecho señalado por Lunardi y Moreno en sus experiencias sobre enclavijamientos centrales, y, por lo tanto, es de suponer que suceda un fenómeno parecido en el enclavijamiento medular de Küntscher.

De todas formas, aunque teóricamente tenga lugar la casi total destrucción de la actividad hematopoyética de un hueso largo, resta todavía al organismo una gran cantidad de tejido medular activo que seguramente ejercerá en estos casos una acción supletoria.

Por otra parte, las investigaciones de Walterhoefer y Schramm en la anemia perniciosa han demostrado que la regeneración de la médula ósea, en los huesos desmedulizados se verifica con gran rapidez.

En nuestra Clínica se han efectuado una serie de investigaciones sistemáticas a este respecto, en nuestros enfermos enclavijados, practicándoles de forma seriada hemograma completo, velocidad de sedimentación, recuento de plaquetas, tiempo de coagulación y hemorragia, recuento de reticulocitos y mielograma.

En casi todos nuestros casos observamos una disminución ligera de los glóbulos rojos, hemoglobina y valor globular en los días siguientes a la introducción del tallo de acero, recobrando el valor normal al cabo de una semana. Hemos comprobado en todos los casos el ascenso de las cifras de reticulocitos, después de la introducción y extracción del clavo. En las cifras de plaquetas se apreciaba un ascenso del número de las mismas, cifra que vuelve a descender rápidamente a los pocos días de efectuada la intervención.

En la serie blanca observamos una ligera leucocitosis, cuyo nivel se mantiene durante varias semanas, desciende y vuelve a aumentar en los días que siguen a la extracción del clavo. La eosinofilia no pudo ser comprobada en la totalidad de los casos.

Practicamos los mielogramas en la mitad aproximada del tratamiento, apreciando en casi todos ellos un ligero aumento de las células de la serie roja, conjuntamente con una eosinofilia medular acusada, aun en individuos que presentaban fórmulas leucocitarias normales.



*La embolia grasa.* Es lógico suponer que el peligro de un arrastre de grasa al torrente circulatorio en un fracturado estuviera aumentado por la introducción de un tallo de acero en su cavidad medular.

El mecanismo de la embolia grasa en las fracturas tiene una explicación puramente mecánica, en contra de la opinión de algunos autores (Waehrend, Wilms, Fritzsche). El paso de la grasa al torrente circulatorio tiene lugar, en estos casos, por la vía venosa. Según Busch, Flournoy, Bergemann, Pellis, en las fracturas óseas pueden tener lugar roturas vasculares que unidas al aumento de presión que, según Larsen, existe en estos casos en la cavidad medular, explica fácilmente el paso de la sangre saturada de gotas de grasa al torrente circulatorio.

Küntscher afirma que las posibilidades de una embolia grasa en los enclavijamientos intramedulares no están aumentadas, con respecto a las fracturas tratadas con otros procedimientos. La forma en V del clavo hace que éste no llene por completo la cavidad medular, y, por lo tanto, con su introducción no se crea un aumento grande de presión que pueda favorecer el paso de grasa al torrente circulatorio. Por otra parte, el canal del clavo y el espacio que existe entre éste y la pared ósea permite la salida de sangre y de papilla medular que evita los grandes aumentos de presión dentro de la cavidad medular.

Con el procedimiento percutáneo de Küntscher es menor la posibilidad de la expulsión de grasa y de papilla medular desplazada por el clavo, pero el espacio existente por el punto de penetración de la cabeza del mismo es suficiente para dar salida a ésta.

Nosotros hemos practicado el estudio de la lipemia en nuestros casos, y hemos encontrado elevaciones en la misma en los días que siguen a la introducción y a la extracción del clavo, volviendo a los dos o tres días a las cifras normales.

La eliminación de grasa por la orina, según Maatz, solamente ha sido observada en casos muy raros.

Dicho autor realiza estudios experimentales en perros y cobayas, enclavijándoles las cuatro extremidades, comprobando la existencia de un arrastre en grasa en los pulmones y cerebro. El lugar de las embolias se localizaba preferentemente en los lóbulos pulmonares inferiores.

Las experiencias de Maatz tienen poca aplicación a la clínica humana, pues es muy raro que coincidan cuatro fracturas a la vez.

En los estudios experimentales realizados en nuestro Servicio, utilizando perros, se procede al enclavijamiento de una de las extremidades, fémur o tibia. En los animales sacrificados o en los casos de muerte son examinados sus pulmones en cortes teñidos con el Sudán III. En cuatro casos examinados hasta ahora, de animales fallecidos, en un período de tiempo comprendido entre los cuatro y ocho días siguientes a la operación, hemos encontrado gotas de grasa en los capilares pulmonares. En dos de los perros se presentaron fenómenos de disnea bastante intensa, falleciendo a

los cuatro y cinco días respectivamente, pero en la herida operatoria existía en ambos un exudado purulento de olor fétido. En estos casos no es posible deducir cuál de las dos causas patológicas ha sido la causante de la muerte del animal.

Aunque en estos animales el arrastre de grasa a los pulmones era bastante elevado, es, desde luego, menor que en los casos de otros perros a los cuales nosotros previamente les habíamos provocado embolias grasas experimentales, mediante la inyección intravenosa de 2 a 3 cc de aceite de oliva.

Maatz ha efectuado la autopsia de 13 enclavijados. En todos ellos demuestra un arrastre mayor o menor de grasa a los capilares pulmonares, pero existían además otras causas patológicas, y era difícil precisar cuál era la causa fundamental de la muerte. Solamente en un caso de fractura de tibia existía un arrastre de grasa tan elevado que era de suponer que fue éste el motivo principal de la muerte.

Nosotros solamente hemos tenido un caso de muerte en una fractura de tibia. El enclavijamiento se efectuó sin dificultades, realizando al mismo tiempo una escisión cuidadosa de la herida (fig. 15), colocándole una escayola accesoria. A los pocos días se presenta una gangrena gaseosa que nos obliga a realizar la amputación del miembro, falleciendo al día siguiente de realizada ésta. En este caso no nos ha sido posible efectuar la autopsia por causas ajenas a nuestra voluntad. En los demás casos no hemos comprobado clínicamente ningún trastorno que nos pueda hacer sospechar la presencia de una embolia.

En el estado actual de nuestros conocimientos se puede llegar a la conclusión de que en las fracturas enclavijadas existe siempre un pequeño arrastre de grasa al torrente circulatorio, pero cuya cuantía no es suficiente para provocar fenómenos graves. Según Maatz dicho arrastre de grasa debe tenerse en cuenta en los casos de fractura complicada, o cuando sea preciso enclavijar varios huesos a la vez.

## LA INFECCIÓN

Ésta ha sido una de las causas principales que habían contribuido a desacreditar la osteosíntesis. En el enclavijamiento del cuello de fémur con el clavo de Johansson y técnica extraarticular se demostró que era posible realizar una osteosíntesis, prácticamente, sin riesgo de infección. Como dice Küntscher es difícil que los gérmenes alcancen desde fuera el foco de fractura, y, por otra parte, es posible que el clavo ejerza sobre los gérmenes una acción oligometálica que se oponga a su penetración en el foco de fractura a través de las aletas del clavo.

Para el tallo de Küntscher las condiciones son idénticas a las del enclavijamiento del cuello de fémur, ya que la penetración del clavo se efectúa por un lugar alejado del foco de fractura, no siendo preciso poner al descubierto éste.

Por otra parte, los numerosos enclavijamientos realizados a cielo abierto, especialmente en los casos de pseudoartrosis y osteotomías correctoras, han demostrado que aun realizando el enclavijamiento «a cielo abierto», el peligro de la infección es mínimo, y cuando ésta tiene lugar adopta caracteres de benignidad.

Esta evolución favorable en los casos de infección, posiblemente sea debida a tres circunstancias: en primer lugar a la perfecta inmovilización lograda en el foco de fractura por la introducción del clavo, hecho que favorece de modo extraordinario la actuación de las defensas orgánicas. Por otra parte, hay que tener en cuenta la acción bactericida que posiblemente puede ejercer la médula ósea, unido a sus grandes facultades de defensa, que evitarían la propagación de la infección a través de la misma. Por último, la forma del clavo hace posible que éste actúe como tubo de drenaje en el caso en que llegue a presentarse un flemón medular.

A este respecto citaremos el caso aludido anteriormente, de una niña de doce años, a la cual se practica un enclavijamiento de fémur, presentándose a los pocos días una infección en el punto de introducción del clavo, que evoluciona favorablemente (figs. 16, 17, 18 y 19).

La evolución favorable en los casos de infección, salvo raras excepciones (casos de Hart, Herzog, Wagner), así como la rareza de ésta en los casos de enclavijamientos realizados «a cielo abierto», ha conducido a casi todos los autores a aconsejar el enclavijamiento medular en los casos de fracturas abiertas.

Las experiencias realizadas por Raisch, en cobayas, acusan unas cifras elevadas de mortalidad del 80 al 90 por 100. Dicho autor, basándose en sus pruebas experimentales, afirma, contrariamente a la opinión de Küntscher, que los gérmenes situados en el lugar de introducción del tallo de acero se pueden propagar a través de la médula, todo a lo largo del clavo.



Figura 20.

Figura 21.

Las experiencias en animales no tienen por completo una aplicación a la clínica humana.

A pesar de todos los inconvenientes, los éxitos logrados en la clínica humana lleva a casi todos los autores, incluso al mismo Raisch, a aconsejar el enclavijamiento medular de las fracturas abiertas recientes.

## INDICACIONES

La indicación principal del enclavijamiento medular son las fracturas cerradas de las diáfisis femorales, especialmente en los sujetos de edad avanzada, en los cuales la extensión continua o la escayola representa un peligro para su vida, o también aquellos individuos jóvenes que precisen una pronta recuperación para el trabajo.

En las fracturas de húmero y de tibia, las indicaciones no están bien precisadas, a causa de los inconvenientes que ya hemos señalado anteriormente. El enclavijamiento medular puede estar especialmente indicado en las fracturas de tercio medio de tibia, que a causa de su oblicuidad se contengan mal con el vendaje de escayola.

Stör da como indicación precisa la luxación-fractura de cuello de húmero, que tan difícil solución tenía hasta ahora con los procedimientos ordinarios. Nosotros carecemos de experiencia en este sentido, pero opinamos que en este caso sería preciso emplear un clavo de extremidad superior ancha, parecido al que utiliza Maatz en las fracturas subtrocantéreas de fémur, con el fin de obtener una inmovilización tan perfecta que permita fácilmente las maniobras de reducción de la luxación, una vez efectuado el enclavijamiento.

En las fracturas de antebrazo, cúbito y radio, no lo creemos aconsejable más que en los casos de difícil contención o reducción.

Stör da también, como indicación, los casos en los que es preciso realizar una amputación, y que el hueso que ha de constituir el muñón presente una fractura situada más arriba del lugar de la amputación.

El empleo del enclavijamiento medular en las fracturas abiertas accidentales, dentro de las seis u ocho primeras horas, es un hecho aceptado por casi todos los autores (Böhler, Pascher, Stör, Rieder, etcétera). Nosotros somos de la misma opinión.

Más dudosa es la indicación de enclavijamiento medular en los casos de fracturas por arma de fuego, a pesar de la experiencia favorable de Böhler.

Todavía es más dudoso, a pesar de la posición favorable de algunos autores (Pascher y Hein) el empleo del enclavijamiento medular en fracturas infectadas o en fracturas abiertas, en las cuales haya transcurrido el espacio libre operatorio.

Es de esperar que la gran experiencia lograda en esta guerra arroje mayor luz sobre este punto, aunque podemos suponer que el empleo de la sulfamidoterapia local y gene-

ral, que ha cambiado por completo la patología de la infección, haya contribuido al éxito de este tratamiento en las fracturas por arma de fuego e infectadas.

La indicación del enclavijamiento medular en las pseudoartrosis es aceptada unánimemente por todos los autores. Con ningún procedimiento se logran condiciones tan favorables para la curación de esta importante complicación de las fracturas, como con el enclavijamiento medular.

Por una parte, el clavo inmoviliza de una manera tan perfecta los fragmentos que impide cualquier desviación, por pequeña que sea, que perjudicaría gravemente la curación de la pseudoartrosis. Por otra parte, las lesiones causadas al periostio, que tan importante papel desempeña en la curación de la pseudoartrosis, son mucho menores que en cualquier otra operación osteoplástica, para la cual se precisaba el empleo de cuerpos extraños, alambres o tornillos, que lesionan más o menos el periostio.

Por último, como dice Raisch, la papilla medular expulsada con el clavo en íntimo contacto con el foco, favorece notablemente la formación del callo.

En todos los casos es preciso proceder a un refrescamiento de los extremos óseos, con el fin de suprimir las porciones esclerosadas.

En los casos en que es preciso reseca gran cantidad de hueso se puede recurrir a la técnica de Zenker, que consiste en el relleno de la cavidad formada, como aconseja Matti, con hueso extraído de la esponjosa del trocánter, combinado con el enclavijamiento medular.

En España, Raposo ha comunicado algunos resultados de casos tratados con esta técnica.

Nosotros hemos practicado el enclavijamiento intramedular en un caso de pseudoartrosis de húmero, al que ya hemos hecho mención más atrás.

En las fracturas múltiples no es aconsejable el enclavijamiento más que de una de las fracturas, pues ya hemos visto que existe siempre un arrastre indudable de grasa, que en estos casos pudiera ser excesivo, representando un peligro para la vida del sujeto.

El enclavijamiento medular es de gran utilidad en las osteotomías correctoras, en fracturas viciosamente consolidadas o en deformaciones articulares. Stör comunica un caso en el que se practica una osteotomía en cuña de una rodilla anquilosada en flexión por un antiguo proceso osteomielítico, y le introduce un tallo de acero, una vez efectuada la osteotomía, a través de los cóndilos femorales y meseta tibial.

En España han sido comunicados algunos resultados favorables en este sentido, por Martín Lagos y García Portela.

Otra indicación importante del enclavijamiento medular son las fracturas patológicas por quistes óseos o tumores malignos, permitiendo especialmente en estos últimos enfermos una supervivencia en condiciones mucho más favorables, ya que es posible un levantamiento precoz de los mismos.

La poca edad del paciente, según Raisch, representa una contraindicación para el enclavijamiento medular, por la posibilidad de lesionar el cartílago de conjunción, y la gran actividad hematopoyética de la médula ósea de los huesos largos en estas edades. Nosotros no hemos observado ningún trastorno en nuestros enclavijados jóvenes. Los mismos resultados favorables han sido comunicados por Fischer y Maatz.

En los enclavijamientos efectuados en la edad del crecimiento se debe tener especial cuidado en que la punta del clavo no tome contacto con el cartílago en crecimiento.

## RESUMEN

Se hace una reseña histórica del enclavijamiento central y del enclavijamiento del cuello de fémur, precursores del método de Küntscher.

Se habla de las ventajas del enclavijamiento medular, en el cual se cumplen de una manera casi exacta los tres postulados señalados por Böhler para el tratamiento de las fracturas.

Se aborda el problema de la tolerancia de los aceros dentro del organismo humano, y se señalan las mezclas más favorables para la construcción de los clavos de Küntscher, llegando a la conclusión de que son los aceros inoxidables austeníticos los que reúnen mayores ventajas para la construcción de dichos clavos.

Contrariamente a la opinión de Masmontiel, son varios los factores que intervienen en la intolerancia de los aceros dentro del organismo humano.

El problema de la formación del callo en las fracturas enclavijadas es preciso enfocarlo desde varios puntos de vista. Desde el punto de vista mecánico las condiciones son las más favorables, puesto que actúan de manera casi exclusiva las fuerzas de presión, que favorecen la formación del callo.

Desde el punto de vista tisular, se pasa revista a las principales opiniones referentes al papel que desempeña la médula ósea en la formación del callo, y se llega a la conclusión de que es uno de los elementos que toman parte en la formación del mismo, pero no de una manera predominante.

Desde el punto de vista clínico, se habla de las posibilidades de una irritación química, señalada por Küntscher, así como de la posible influencia que pueda ejercer el acero inoxidable sobre la actividad de la fosfatasa.

En el hemograma y en el mielograma encontramos casi siempre una eosinofilia más o menos acusada, así como un aumento de los reticulocitos en los días siguientes a la introducción y a la extracción del clavo.

Por lo que se refiere a la embolia grasa, nuestros trabajos experimentales demuestran siempre un paso de grasa a los pulmones, pero no en cantidades suficientes para poner en peligro la vida del enfermo.

La infección en las fracturas enclavijadas es muy rara, y, cuando ésta llega a presentarse, adopta caracteres de benignidad.

Las indicaciones principales son las fracturas cerradas de diáfisis de fémur, la pseudoartrosis, las osteotomías correctoras y las fracturas patológicas. Más dudosas son las indicaciones en las fracturas de tibia, húmero y antebrazo.

## BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Baiardi. Citado por Moreno.

Bastos. *La osteosíntesis*. Espasa-Calpe, 1932.

Bergemann. *Berl Klin Wschr* 1910; 24.

Berti-Riboldoli. *Ann Ital di Chir* 1938; pág. 827.

Bertini. *Ann Ital di Chir* 1926; pág. 105.

Biebl. *Arch Klin Chir* 1939; pág. 171.

Blum. *The Lancet* 1944; pág. 75.

Böhler. *Técnica del tratamiento de las fracturas*. Ed. Labor, S. A., 1942.

— *Zentbl f Chir* 1942; pág. 1294.

— *Der Chir* 1943; pág. 8.

— *Der Chir* 1943; pág. 50.

Borghi. Citado por Moreno.

Bruecke. *Zentbl f Chir* 1940; pág. 387.

Busch. *Virchows Arch t. XXXV*. pág. 321.

Chigot. *L'Enchevilement central des fractures diaphysaires*. París: Masson, 1937.

Cornioley. *Bull y Mem de la Soc Nat de Chir* 1930; pág. 1270.

Deniker. *Bull y Mem de la Soc Nat de Chir* 1924; pág. 263.

Ehalt. *Zentbl f Chir* 1942; pág. 1849.

Erdtmann. *Z Physiol Chem* 1925; págs. 160-301.

Fischer. *Arch f Klin Chir* 1942; pág. 531.

Fischer y Küntscher. *Chir Kongress* 1940.

Fischer y Maatz. *Arch Klin Chir* 1942; pág. 531.

Fischer y Reich. *Zentbl f Chir* 1943; pág. 299.

Flournoy. *These Strasburg*, 1878.

Frantz. *L'osteosynthese metallique dan les fractures diaphysaires*. París: Masson, 1929.

García Portela. *Rev Clin Esp* 1944; pág. 1.

Gerhardt. *Zentbl f Chir* 1942; pág. 1858.

Griessmann-Reich. *Arch Klin Chir* 1944; pág. 455.

Haase. *Zentbl f Chir* 1943; pág. 1266.

Hart. *Zentbl f Chir* 1943; pág. 994.

Herzog. *Zentbl f Chir* 1943; pág. 1656.

Hey-Groves. *The Lancet* 1914; t. I, págs. 435-513.

Hoglund. *Surg Gyn and Obst* 1917; pág. 243.

Juvara. *Bull Mem de la Soc Nat de Chir* 1931; pág. 883.

— *Rev de Chir* 1933; pág. 564.

Koch. *Congrès Français de Chir* 1911; pág. 775.

Küntscher. *Arch Orthop u Ulf Chir* 1939; pág. 282.

— *Arch Klin Chir* 1940; pág. 443.

— *Zentbl f Chir* 1940; pág. 25.

— *Klin Wschr* 1940; pág. 6.

— *Klin Wschr* 1940; pág. 833.

— *Zentbl f Chir* 1941; pág. 1145.

— *Zentbl f Chir* 1941; pág. 857.

— *Zentbl f Chir* 1941; pág. 25.

— *Der Chir* 1942; pág. 161.

— *Der Chir* 1942; pág. 440.

— *Zentbl f Chir* 1942; pág. 1837.

Lamotte y Verbrugge. *Soc Nat de Chir* 1933; pág. 1307.

Leriche y Policard. *Les problèmes de la physiologia normale et pathologique de l'oss*. París: Masson, 1939.

Leveuf. *Traitement des fractures et luxation des membres*. París: Masson, 1935.

López Areal. *Rev Clin Esp* 1943; pág. 358.

Lunardi. *Chir d Org di Mov* 1936; pág. 337.

Maatz. *Arch f Orthop u Ulf Chir* 1943; pág. 513.

— *Zentbl f Chir* 1943; pág. 383.

Maatz y Reich. *Bruns' Beitrag* 1943; pág. 358.

Martín Lagos. *Rev Esp de Cir Traumat y Ortop* 1944; pág. 1.

Martland y Robinson. *J Bio Chem* 1927; pág. 182.

Masmonet. *Bull Mem Soc de Chir de Paris* 1935; pág. 616.

— *Bull Mem Soc de Chir de Paris* 1935; pág. 551.

Mauclair. *Rev Méd Franç* 1934; 15 (3).

Mechanik. *Z Anat u Entwicklungsgesch* 1926; t. LXXIX, pág. 58.

Menagaux-Verne. *La Pres Méd* 1941; pág. 452.

Menagaux-Odiette. *La Pres Méd* 1935; pág. 152.

Moreno. *Chir d Org di Mov* 1942; pág. 326.

Muller-Meernach. *Z f Chir* 1933; 29.

Nather-Susani. Citado por Maatz.

Neuhoefern. *Der Chir* 1931; pág. 761.

Normand. *Zentbl f Chir* 1940; pág. 825.

Olttheinz. Citado por Maatz.

Ollier. *Traité expérimental et clinique de la régénération de os*.

Pascher. *Med Klin* 1943; pág. 171.

Pauwels. *Der Schenkelhalsbruch*. Stuttgart: Ferdinand Enke, 1935.

Raisch. *Zentbl f Chir* 1943; pág. 390.

Raposo. *Medicina Española* 1943; pág. 645.

Rieder y Schumann. *Dutz Z Chir* 1943; pág. 415.

Robinson. *The significance of Phosphoric Esteres in Metabolism*. Londres-New York, 1932.

Rutz. Citado por Böhler.

Schneider. *Zentbl f Chir* 1942; pág. 1854.

— *Der Chir* 1943; pág. 441.

Schöne. Citado por Pels-Leusden en su *Trat. de Operaciones*, 1923; pág. 109.

Segovia García. *Anales de la Universidad Hispalense* 1944; pág. 5.

Slany. *Arch f Orthop Unfall Chir* 1944; pág. 131.

Sprengell. *Zentbl f Chir* 1942; pág. 271.

— *Zentbl f Chir* 1943; pág. 911.

Stör. *Der Chir* 1943; pág. 313.

— *Zentbl f Chir* 1943; pág. 754.

Thiem. Citado por Böhler.

Venable-Stuck. Citado por Ménégau.

Vicent. *Rev de Chir* 1884; pág. 865.

Wagner. *Zentbl f Chir* 1943; pág. 1250.

Waehrend-Wilms. Citado por Maatz.

Walterhofer y Schram. Citado por Slany.

Zenker. Citado por Raposo.